

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-236271

(43)Date of publication of application : 03.10.1988

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 62-068889

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.03.1987

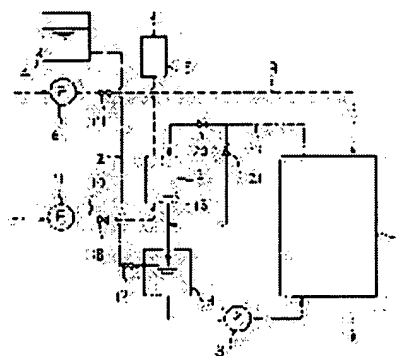
(72)Inventor : KURODA OSAMU
EBARA KATSUYA
TAKAHASHI SANKICHI
DOI RYOTA
OGAWA TOSHIO
KUMAGAI TERUO
KAMO YUICHI
OTAKE KATSUMOTO
IKEMOTO NORIO

(54) OPERATION OF FUEL CELL

(57)Abstract:

PURPOSE: To maintain an appropriate temperature range during operation even in an operation condition or operation environment where cell temperature might increase above the appropriate temperature due to heat generation of the cell by evaporating water in anolyte whereby latent heat of evaporation cools the anolyte.

CONSTITUTION: Air, fed by an air supplier 7 such as fan through a valve 18, is in contact with an anolyte in a cooler 2 utilizing evaporation latent heat provided on an anolyte circulation flow route 11. Then, being cooled by the latent heat of water evaporation, the anolyte returns to an anolyte-circulation bath 3 and the moistened air is discharged out of the system. By the arrangement, since the anolyte with low temperature circulates inside the fuel cell body 1, an appropriate temperature range of the cell temperature is maintained and



BEST AVAILABLE COPY

stable operation can be continued.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

SPECIFICATION

5 1. Title of the Invention

FUEL CELL OPERATING METHOD

2. Claims

10 1. An operating method for an acid electrolyte fuel cell
which uses methanol as a fuel and sulfuric acid for example
as an electrolyte, wherein anolite is cooled by latent heat
of water contained in the anolite for maintaining an operating
temperature within an appropriate range and continuing an
operation stably in an operating condition or environmental
15 condition that a fuel cell temperature can rise beyond an
appropriate temperature range particularly due to heat
generated in the fuel cell.

20 2. The operating method of fuel cell according to Claim 1,
wherein water in the anolite is evaporated via a
water-permeable film.

3. The operating method of fuel cell according to Claim 1,
wherein water in the anolite is evaporated via a porous film
whose affinity to anolite is low.

25 4. The operating method of fuel cell according to Claim 1,
wherein water in the anolite is evaporated by direct contact
of the anolite with cooling air.

3. Detailed Description of the Invention

(Field of the Invention)

30 The present invention relates to an operating method of a

fuel cell, and particularly to a method of adjusting operating temperatures by cooling.

(Prior Art)

5 A fuel cell takes out energy of chemical reaction between a fuel and an oxidizing agent directly in the form of electrical energy. Since the fuel cell has high power generation efficiency or does not produce much noise or vibration, and exhaust gas from the fuel cell is non-polluting, there is much
10 expectation for the fuel cell as a new method of power generation. In particular, an acid electrolyte methanol fuel cell (hereinafter called methanol fuel cell) which uses methanol as the fuel and sulfuric acid, for example, as the electrolyte can operate at room temperatures as well as at relatively low
15 temperatures (60°C), and are easy to reduce the size. For these reasons, a variety of applications has already been identified for the fuel cell as a middle/small capacity power source.

 In this fuel cell, operating temperatures must be maintained within a predetermined range in order to obtain a
20 predetermined output stably.

 In the fuel cell, not all of the reaction energy is converted into electric energy but a sizable amount of energy is released in the form of thermal energy.

 Therefore, it is possible to use this thermal energy in
25 maintaining the operating temperature in an appropriate range. However, the temperature can become too high depending upon operation conditions or operation environment, and so certain means for cooling is necessary in order to maintain the temperature in an appropriate range.

30 Methods of cooling the cell are generally grouped into two

categories: In one category, anolite which is to be described later is cooled, and in the other, air which is supplied as the oxidizing agent is used for cooling.

JP-B 53-145133 discloses a method in the former category.

5 In this method, the anolite is introduced to a radiator, and is cooled by air via a thermal conduction surface. So, the gazette discloses a proposal for radiator structures. A problem is that this method requires a large area of thermal conduction since the cooling is provided via a thermally
10 conductive surface and the cooling medium is air. Further, there is a limitation: At high environmental temperatures, i.e. if the temperature of the cooling air (atmosphere) becomes high, the cooling ability decreases and it becomes practically impossible to cool.

15 Methods in the latter category can be simple, but the amount of air necessary for power generation may not always be the amount of air needed for cooling. Therefore, there is not a wide range of freedom in selecting the amount of air, and it is not possible to expect a large cooling capacity. As in the former methods,
20 the cooling ability decreases and it becomes practically impossible to cool at a high environmental temperature.

(Problems to be Solved by the Invention)

An object of the present invention is to solve the
25 above-described problems and to provide a fuel cell operating method capable of maintaining the operating temperature within an appropriate temperature range even under operating conditions or an operation environment in which heat from the fuel cell can cause the fuel cell temperature to go beyond an
30 appropriate operating temperature range.

(Means for Solving the Problems)

The object is achieved by evaporating water in the anolite which is to be described later, thereby cooling the anolite by
5 latent heat of water evaporation.

Specifically, the cooling is achieved by bringing anolite to direct contact with cooling air.

Further, cooling is also achieved by bringing anolite in contact with cooling air via a water-permeable film.

10 Further, cooling is also achieved adequately by bringing anolite in contact with water via a porous film whose affinity to anolite is low.

(Function)

15 In an acid electrolyte methanol fuel cell, an aqueous mixture of methanol and sulfuric acid, which is generally termed as anolite, is supplied to a methanol electrode (anode) of the cell, and air which serves as an oxidizing agent is supplied to an air electrode (cathode), in order to cause power
20 generation. Generally, the anolite is circulated via a circulation tank by circulation means such as a pump, to the methanol (electrode) chamber in the cell main body. An amount of methanol consumed in the power generation is replenished by an equal amount of methanol (together with water, as necessary,
25 which is also consumed in the power generation, etc.) to the anolite, whereby a constant methanol concentration is maintained in order to maintain the state of power generation.

As mentioned earlier, maintaining the temperature of the fuel cell is effective for smooth power generation, and this
30 is primarily achieved by maintaining the temperature of anolite

at an appropriate level. Although the appropriate temperature depends on operating conditions, it is in a range of 40-60°C approx. when an operating current density (current density per unit area of electrode) is in a range of 40-60mA/cm².

5 According to the present invention, water in anolite is evaporated and the anolite is cooled by the latent heat of evaporation, to maintain the fuel cell operating temperature within an appropriate range. Since the present method makes use of a large latent heat of evaporation which is 580 kcal/g, 10 the method can offer a large cooling capacity. Further, cooling is possible even if the environmental temperature is high. For instance, cooling is possible even in an extreme case when the environmental temperature is higher than the fuel cell operating temperature of 40-60°C, as long as the atmosphere is 15 below a saturation temperature.

The present method can make use of ordinary gas-liquid contact techniques such as bubbling method, spray method, filling method, wet wall method, etc.

20 Further, according to the present invention, a good result can be achieved by evaporating water via a water-permeable film. In order to increase the rate of water evaporation, the area of gas-liquid contact must be increased. By allowing anolite to contact with cooling air via a film, the area of contact can be increased and the cooling capacity can be increased.

25 Further, according to the present invention, a good result can be achieved by evaporating water via a porous film whose affinity to anolite is low.

According to this method, surface tension prevents anolite from passing through the film under a certain pressure. 30 Therefore, it is possible to form a gas-liquid interface within

the film, and to allow water to evaporate from this interface. Since the film is porous, water transfer resistance in the film is as small as in the gaseous phase, and due to the increase in the area of gas-liquid contact surface, a high cooling capacity is obtained. In this case, the porous film can be provided suitably by a porous film made of a fluorine resin such as polytetrafluoroethylene (PTFE), or a hydrocarbon resin such as polyethylene and polypropylene, but the present invention does not make any particular limitation to the kind of material for the film. No limitations are made either, to the construction of a gas-liquid contact device which uses these films. For example, JP-A No. 60-147286 discloses a contact device which uses an annular film, and JP-A No. 57-113801 discloses a contact device in which flat films are laminated, and another contact device which uses a spiral roll of a flat film. Any of these and other structures may be used in the film device.

(Embodiments)

Hereinafter, an embodiment of the present invention will be described with reference to Fig. 1. The present embodiment makes use of a porous film whose affinity to anolite is low, in a cooler which utilizes latent heat of evaporation.

In Fig. 1, anolite is circulated in a fuel cell main body 1 through an anolite channel 11 via an anolite circulation tank 3 by anolite supply means 8 such as a pump. Also, the fuel cell main body 1 is supplied with air through a channel 9 by air supply means 6 such as a fan. With supplied methanol and air, the cell main body generates electric power. The power generation is maintained by a supply of fuel methanol or methanol aqueous

solution from a fuel storage tank 4 to the anolite circulation tank 3 via the fuel channel 12 and a valve 19. The anolite circulation channel 11 is provided with an evaporation latent heat utilization cooler 2. In the evaporation latent heat utilization cooler 2, anolite makes contact with air which is supplied through a valve 18 by the air supply means 7 such as a fan, via a PTFE porous film. The anolite is cooled by the latent heat due to evaporation of water, and then returns to the anolite circulation tank 3. The moistened air is discharged out of the system (via an exhaust gas purifier 5 which may be provided as necessary for a purpose of removing methanol, etc. contained in the exhaust).

With the above-described arrangement, the temperature of anolite decreases, and by circulation of low-temperature anolite through the fuel cell main body 1, the temperature of the fuel cell main body decreases, and it is possible to maintain the operating temperature in an appropriate range.

Amount of cooling can be easily adjusted by adjusting the amount of supplied air by controlling the valve 18, and by adjusting the amount of anolite which passes through the evaporation latent heat utilization cooler 2 by controlling the valves 20 and 21.

It should be noted here that although Fig. 1 shows two air supply means 6, 7, it is obviously possible to use only one supply means to supply air for heat generation and to supply air for cooling. With the above-described method, it becomes possible to maintain the temperature of the fuel cell within an appropriate temperature range and to continue a stable operation even under a high current density, a high methanol concentration in anolite, or under other operating conditions

subject to temperature rise, or at high environmental temperatures.

Fig. 2 shows another embodiment of the present invention. In the present embodiment, anolite and air are brought to direct
5 contact with each other in an evaporation latent heat utilization cooler.

In Fig. 2, just as is in Fig. 1, anolite is circulated in a fuel cell main body 1 through an anolite channel 11 by anolite supply means 8 such as a pump. Also, the fuel cell main body
10 1 is supplied with air through a channel 9 by air supply means 6 such as a fan. The cell main body generates electric power, and the power generation is maintained by a supply of fuel methanol or methanol aqueous solution from a fuel storage tank 4 to the anolite circulation channel via the fuel channel 12
15 and a valve 19. Further, the anolite circulation channel 11 is provided with an evaporation latent heat utilization cooler 2, just as in Fig. 1. The biggest difference of the present embodiment from the previous embodiment is that anolite makes direct contact with a catalyst in the evaporation latent heat
20 utilization cooler 2. Specifically, in the present embodiment, the evaporation latent heat utilization cooler 2 includes a filler layer 14 for gas-liquid contact, a mist separator 16, and an anolite receiving layer 15. Air supplied through a valve by air supply means 7 such as a fan makes direct contact with
25 anolite in the filler layer 14. The anolite is cooled by latent heat of water evaporation and returns to the anolite receiving layer 15 whereas moistened air is discharged out of the system (via an exhaust gas purifier 5 which may be provided as necessary for a purpose of removing methanol, etc. contained in the
30 exhaust).

With the above-described arrangement, the temperature of anolite decreases, and it is possible to maintain the cell operating temperature in an appropriate range.

By operating the valves 18, 20, 21, thereby adjusting the
5 amounts of cooling air and the flow of anolite, the amount of cooling can be easily adjusted just as in the previous embodiment.

Fig. 3 shows still another embodiment of the present invention.

10 In the present embodiment, an evaporation latent heat utilization cooler and an anolite circulation tank are integral with each other, and cooling air moves in the cooler by natural convection.

In Fig. 3, an evaporation latent heat utilization cooler
15 2 is integral with an anolite circulation tank 3 via a porous film 13 whose affinity to anolite is small. In other words, the anolite circulation tank 3 has at least part of its liquid contact portion provided by the porous film 13. One side of the porous film is contacted by anolite whereas the other side
20 is blown by cooling air. The porous film 13 is disposed vertically. Further, an exhaust gas purifier 5 is placed above the evaporation latent heat utilization cooler 2, and the two components are connected by an upward one-way channel. The exhaust gas purifier 5 is filled with a methanol oxidizing
25 catalyst, and exhaust gas flows down in a vertical channel. Cooling air is heated by anolite, and then heated further in the exhaust gas purifier 5 by oxidation heat of methanol contained in the exhaust gas, and flows naturally by convection.

Air supply to the fuel cell main body, circulation of
30 anolite, fuel supply and so on are the same as in the second

embodiment.

The above-described embodiment enables to reduce the size and complexity of the cooling system.

5 (Advantages of the Invention)

With the above-described method, it becomes possible to maintain the temperature of the fuel cell within an appropriate temperature range and to continue a stable operation even under an operating condition or an operating environment where heat
10 generation by the cell can increase the fuel cell temperature beyond an appropriate temperature range for operation.

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 through Fig. 3 show flows in embodiments of the
15 present invention.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-236271

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)10月3日

H 01 M 8/04

T-7623-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 燃料電池運転方法

⑯ 特 願 昭62-68889

⑰ 出 願 昭62(1987)3月25日

⑱ 発 明 者 黒 田 修 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内
⑲ 発 明 者 江 原 勝 也 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内
⑳ 発 明 者 高 橋 燦 吉 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内
㉑ 発 明 者 土 井 良 太 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研
究所内
㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

燃料電池運転方法

2. 特許請求の範囲

1. メタノールを燃料とし硫酸等を電解質とする酸性電解質型燃料電池において、特に電池の発熱により電池温度が運転に適正な温度域以上に上昇するような操作条件あるいは環境条件における運転において、アノライト中の水を蒸発させ蒸発潜熱によりアノライトを冷却することにより運転温度を適正な範囲に維持し、安定に運転を継続せしめる燃料電池の運転方法。
2. 特許請求の範囲第1項において、水に対し透過性を有する膜を介してアノライト中の水を蒸発させる燃料電池の運転方法。
3. 特許請求の範囲第2項において、アノライトに対する親和性の小さな多孔質膜を介して水を蒸発させる燃料電池の運転方法。
4. 特許請求の範囲第1項において、アノライトと冷却空気を直接接触させ、アノライト中の水

を蒸発させる燃料電池の運転方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は燃料電池の運転方法に係わり、特に、冷却による運転温度の調整方法に係わる。

〔従来の技術〕

燃料電池は、燃料および酸化剤の反応エネルギーを直接電気エネルギーとして取出すもので、発電効率が高く、騒音、振動も少なく、排ガスもクリーンであるため、新発電方式として期待されている。特に、メタノールを燃料とし硫酸等を電解質とする酸性電解質型メタノール燃料電池（以下メタノール燃料電池という）は、常圧かつ比較的低温（約60℃）で運転され、小形化も容易であるため、中小容量の電源として広範な用途が開けている。

本電池においては、所定の出力を安定して得るためには、運転温度を所定範囲内に維持する必要がある。

燃料電池においては反応エネルギーの全てが電

気エネルギーに変換される訳ではなく、熱エネルギーとして放出される部分もすくなくある。

従つて、この熱エネルギーを利用して運転温度を適正な範囲に維持することが可能である。しかしながら、操作条件あるいは運転環境によつては温度が高くなり過ぎる場合があり、何らかの方法で冷却して適正な温度範囲に維持する必要が生じる。

電池冷却の方法としては、一般的に、後述のアノライトを冷却する方法と、酸化剤として供給する空気により冷却する方法の二方法が考えられる。

前者に属する方法として、特公昭53-145133がある。この方法は、アノライトをラジエーターに導き伝熱面を介して空気により冷却するもので、同公報ではラジエーター構造を提案している。この方法には、伝熱面を介して冷却ししかも空冷であるため、大きな伝熱面積を要するという問題がある。しかも、環境温度が高くなると、すなわち冷却空気（大気）温度が高くなると冷却能力が低下し実質上冷却が不可能となるという限界がある。

さらに、水に対し透過性を有する膜を介してアノライトと冷却空気を接触させることによつても達成される。

さらに、アノライトに対する親和性の小さな多孔質膜を介してアノライトと水を接触させることにより良好に達成される。

〔作用〕

酸性電解質型メタノール燃料電池においては、一般にアノライトと称するメタノールと硫酸の混合水溶液を電池のメタノール極（アノード）に供給し、酸化剤としての空気を空気極（カソード）に供給して発電を行わしめる。通常アノライトは循環槽を介してポンプ等の循環手段により電池本体のメタノール（極）室に循環され、発電により消費されるメタノール量に相当するメタノールを（必要に応じて、発電反応等でやはり消費される水と共に）アノライトに補給することによりメタノール濃度を一定に保ち、発電状態に維持する。

前述の如く、発電を円滑に行なわしめるためには電池温度を適正に保つことが有効で、これは主

後者の方法は、簡単な方法ではあるが、発電に必要な空気量と冷却に必要な空気量が必ずしも一致するとは限らない。従つて、空気量選定の自由度は大きくなく、あまり大きな冷却能力は期待できない。環境温度が高くなると冷却能力が低下し実質上冷却が不可能となるのは前者の場合と同様である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明の目的は、上記の問題点を解決し、電池の発熱により電池温度が運転に適正な温度域以上に上昇するような操作条件あるいは運転環境においても、運転温度を適正な温度域に維持することができる、燃料電池運転方法を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、後述するアノライト中の水を蒸発させ、蒸発潜熱によりアノライトを冷却することにより達成される。

具体的な方法としては、アノライトと冷却空気を直接接触させることにより達成される。

としてアノライトの温度を適正に保つことにより達成される。適正温度は、運転条件にもよるが、運転電流密度（単位電極面積あたりの電流密度）が $40 \sim 60 \text{ mA/cm}^2$ の場合おおよそ $40 \sim 60^\circ\text{C}$ である。

本発明は、アノライトの水を蒸発させ蒸発潜熱によりアノライトを冷却して電池運転温度を適正な範囲に維持するものである。本発明では 580 kcal/g と大きな蒸発潜熱を利用するため冷却能力は大きく、しかも環境温度が高くとも、極端な場合には $40 \sim 60^\circ\text{C}$ の電池運転温度より高くとも、大気が飽和温度以下であるかぎりには冷却が可能となる。

本発明における気液接触方式としては、バブリング方式、スプレイ方式、充填方式、濡壁方式、等の一般的な気液接触方式が適用できる。

さらに、本発明においては、水に対し透過性を有する膜を介して水を蒸発させることにより良好な結果を得ることができる。水の蒸発速度を高めるためには気液接触面積を大きくすることが必要

であり、膜を介しアノライトと冷却空気を接触させることにより接触面積を大きくすることができ、冷却能力を大きくすることができる。

さらに、本発明においては、アノライトに対する親和力の小さな多孔質膜を介して水を蒸発させることによつて良好な結果を得ることができる。

この方法では、所定圧力以下ではアノライトは表面張力により膜を通過することができず、膜内に気液界面を形成し、この界面から水を蒸発させることができる。膜は多孔質であることから、水の膜中における移動抵抗は、ほとんど気相と同程度まで小さくなり、しかも気液接触面積は大きくなるため、高い冷却能力が得られる。この場合、多孔質膜としては、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)等のフッ素系樹脂を材料とする多孔質膜、ポリエチレン、ポリプロピレン等の炭化水素系樹脂を材料とする多孔質膜等が良好に適用できるが、本発明は特に膜材料の種類を限定するものではない。また、これらの膜を利用した気液接触装置についてもその構造について特に限定する

流路11内に蒸発潜熱利用冷却器2が設けられる。蒸発潜熱利用冷却器2ではPTFE多孔質膜を介して、アノライトとファン等の空気供給手段7により弁18を通じて供給される空気が接触し、アノライトは水の蒸発潜熱により冷却されてアノライト循環槽3に戻り、加温された空気は(必要に応じて、混入したメタノール等の除去を目的とした排空気浄化器5を経て)系外へ排出される。

以上により、アノライトの温度が低下し、温度の低いアノライトが燃料電池本体1内を循環することにより燃料電池本体温度が低下し、運転温度を適正な範囲に納めることができる。

弁18の開示調節により供給空気量を調節することにより、また、弁20および21の操作により、アノライトの蒸発潜熱利用冷却器2内流量を調節することにより、冷却熱量は容易に調節できる。

なお、第1図においては二つの空気供給手段6、7が設けられているが、一つの供給手段で、発電のための空気供給と、冷却のための空気供給を行

ものでない。例えば、特開昭60-147286には環状膜を使用した装置が、また、特開昭57-113801には平膜を積層した装置および平膜をスパイラル状に巻いた装置が示されているが、これらを含む種類の構造の膜装置が適用できる。

【実施例】

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。本実施例は、蒸発潜熱利用冷却器にアノライトに対する親和力の小さな多孔質膜を利用したものである。

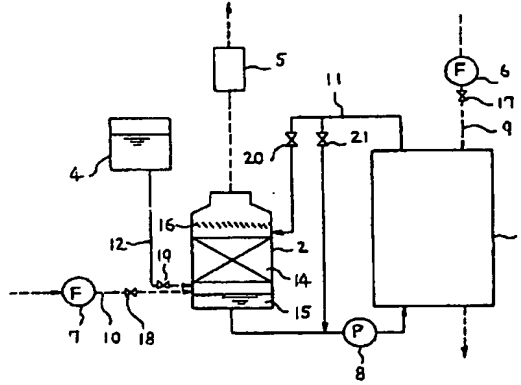
第1図において、燃料電池本体1にはアノライト循環槽3を介してポンプ等のアノライト供給手段8により、アノライト流路11を通じて、アノライトが循環される。また、燃料電池本体1には、空気がファン等の空気供給手段6により流路9を通じて供給される。メタノールおよび空気の供給で電池本体は発電を行う。燃料メタノールあるいはメタノール水溶液が燃料貯槽4から燃料流路12および弁19を通じてアノライト循環槽3に供給され、発電が継続される。アノライトの循環

を止めることも可能なことは言うまでもない。以上の方法により、高電流密度、アノライトの高メタノール濃度、等の温度上昇し易い運転条件下、あるいは高い環境温度下においても、電池温度を適正な温度域に維持して安定な運転を継続することが可能となる。

第2図に、本発明の他の実施例を示す。本実施例は、蒸発潜熱利用冷却器においてアノライトと空気を直接接触させるものである。

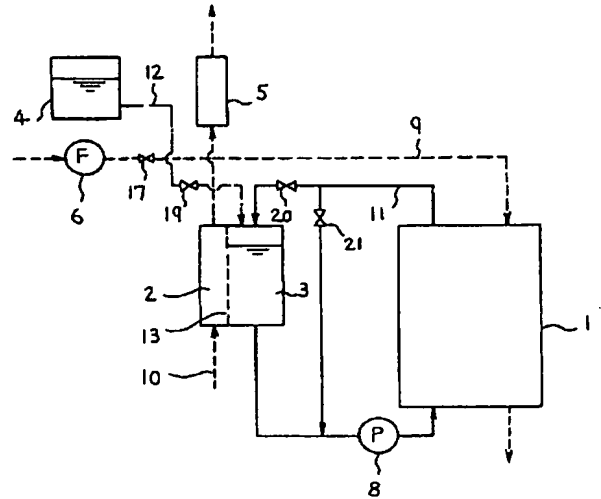
第2図において、燃料電池本体1にポンプ等のアノライト供給手段8により、アノライト流路11を通じて、アノライトが循環され、また、燃料電池本体1には、空気がファン等の空気供給手段6により流路9を通じて供給され、電池本体で発電を行い、燃料メタノールあるいはメタノール水溶液が燃料貯槽4から燃料流路12および弁19を通じてアノライト循環経路に供給され、発電が継続されるのは第1図の場合と同様である。また、アノライトの循環流路11内に蒸発潜熱利用冷却器2が設けられるものも第1図の場合と同

第 2 図



- 1 --- メタール燃料電池本体
- 2 --- 廃熱潜熱利用冷却器
- 9 --- 酸化用空気流路
- 10 --- 蒸発冷却用空気流路
- 14 --- 花崗岩層
- 15 --- アライト受槽
- 16 --- ミストセパレータ

第 3 図



- 1 --- メタール燃料電池本体
- 2 --- 廃熱潜熱利用冷却器
- 3 --- アライト循環槽
- 5 --- 排気気浄化器
- 9 --- 酸化用空気流路
- 10 --- 蒸発冷却用空気流路
- 11 --- アライト流路
- 13 --- カリ質膜

第 1 頁の続き

⑦発明者	小川	敏雄	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑦発明者	熊谷	輝夫	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑦発明者	加茂	友一	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑦発明者	大嶽	克基	茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
⑦発明者	池本	徳郎	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地 株式会社日立製作所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.